

# La production de semences sélectionnées de palmier à huile *Elaeis guineensis* <sup>(1)</sup>

J.-P. GASCON (2), J.-C. JACQUEMARD (3), M. HOUSSOU (4), D. BOUTIN (5), H. CHAILLARD (6)  
et F. KANGA FONDJO (7)

**Résumé.** — Ces semences de palmier à huile diffusées par l'I.R.H.O. et ses partenaires appartiennent à des hybrides dont les performances sont connues. Les meilleurs hybrides  $D \times T/P$  sont reproduits à partir des *dura* des croisements parentaux  $D \times D$  ou des autofécondations parentales  $D$  et des *pisifera* des croisements parentaux  $T \times P$  ou  $T \times T$  ainsi que des autofécondations parentales  $T$ . Un choix des géniteurs *dura* et *pisifera* en fonction de l'hérabilité des caractères permet une amélioration par rapport aux hybrides reproduits. Les techniques utilisées garantissent la légitimité et une bonne germination aux graines  $D \times P$  produites qui sont identifiées en fonction de l'hybride reproduit.

## I. — INTRODUCTION

La diffusion d'hybrides connus a grandement contribué à l'augmentation du rendement du maïs après la guerre ; la méthodologie que l'I.R.H.O. a conseillée à ses partenaires donne maintenant des possibilités analogues pour le palmier à huile.

Des essais plantés à partir de 1970 ont en effet montré que la reproduction exacte d'un croisement était possible [Jacquemard *et al.*, 1981] et que les performances de ces reproductions pouvaient être sensiblement améliorées par le choix de leurs parents pour les caractères héréditaires.

Après un rappel de ces résultats, la pratique actuelle de la production de semences sera exposée depuis le choix des meilleurs croisements jusqu'aux performances attendues de leur reproduction.

## II. — PLACE DE LA PRODUCTION DE SEMENCES DANS LE SCHEMA D'AMÉLIORATION

La supériorité des croisements entre des écotypes  $A$  à petit nombre de gros régimes bien composés et des écotypes  $B$  à grand nombre de régimes moyens, ayant également une bonne composition, a été mise en évidence dans l'Expérience internationale (Bénin, Congo, Côte-d'Ivoire, Malaisie et Zaïre) ; elle a entraîné la diffusion, par de nombreux centres de recherches, de semences constituées par un mélange de croisements *dura* Déli  $\times$  *pisifera* africains, parmi lesquels il y en avait de bons et de mauvais.

L'intérêt de la méthode conseillée par l'I.R.H.O. est l'obtention de semences reproduisant uniquement les bons croisements ; la Sélection Récurrence Réciproque a été adaptée au palmier à huile en 1957 [Meunier et Gascon, 1972], afin d'améliorer les croisements  $A \times B$  et de reproduire ceux d'entre eux qui seraient choisis, à la fin du premier cycle de sélection, pour la production de semences.

Cette méthode, schématisée par la figure 1, assure la reproduction et l'amélioration rapides des meilleurs croisements  $A \times B$  des essais comparatifs grâce aux autofécondations  $A'$  et  $B'$  de leurs parents. Elle concentre les gènes favorables dispersés parmi les individus des écotypes  $A$  ou  $B$  par des recombinaisons  $A \times A$  ou  $B \times B$  ; enfin elle ménage un enrichissement génique par des introductions d'écotypes nouveaux dans les groupes  $A$  et  $B$ .

## III. — MODE DE REPRODUCTION D'UN OU PLUSIEURS CROISEMENTS

En théorie, la reproduction d'un croisement est possible en croisant deux échantillons d'arbres provenant de l'un et de l'autre de ses parents par autofécondation ; les essais, résumés au tableau I, ont démontré que la conformité d'un croisement et de sa reproduction était satisfaisante en champ, lorsque cette reproduction était obtenue en croisant des *dura*, provenant du parent *dura* par autofécondation, avec des *pisifera* issus du parent *tenera* par autofécondation [Jacquemard *et al.*, 1981].

Plusieurs variantes de la méthode précédente permettent la production de semences  $D \times P$  (Fig. 2).

La reproduction d'un croisement  $A_i \times B_m$ , qui est généralement obtenue par la méthode décrite, peut également l'être lorsque  $B_m$  est un *pisifera*, en croisant les *dura* descendants de  $A_i$  par autofécondation avec  $B_m$  pour l'obtention de combinaisons  $A_{ij} \times B_m$ .

La reproduction la plus courante de plusieurs croisements  $A_i \times B_m$ ,  $A_i \times B_n$ ,  $A_j \times B_m$  et  $A_j \times B_n$  s'effectue en croisant les descendants des croisements  $A_i \times A_j$  avec ceux des croisements  $B_m \times B_n$  pour réaliser des combinaisons  $A_{ij} \times B_{mn}$ . Dans le cas où  $B_m$  et  $B_n$  sont des *pisifera*, la reproduction des croisements  $A_i \times B_m$  et  $A_j \times B_m$  est faite en croisant les descendants du croisement  $A_i \times A_j$  avec  $B_m$  pour avoir des combinaisons  $A_{ij} \times B_m$ .

(1) Communication présentée à la Conférence internationale « The oil palm in agriculture in the eighties » à Kuala Lumpur (Malaisie), 17-20 juin 1981.

(2) Directeur du Département Sélection de l'I.R.H.O. ; I.R.H.O. / GERDAT, B.P. 5035 - 34032 Montpellier Cedex (France).

(3) Service Sélection, Station de La Mé. I.R.H.O., B.P. 13, Bingerville (Côte-d'Ivoire).

(4) Service Sélection. Station de Pobé, B.P. 1, Pobé (République populaire du Bénin).

(5) I.R.H.O./SOCFINDO - Aek Kwasan. P.O. Box 254, Medan (Indonésie).

(6) C.D.C. Palms Breeding. Likomba, Tiko (République unie du Cameroun).

(7) Chef de Station, IRA Dibamba. B.P. 243, Douala (République unie du Cameroun).

FIG. 1. — Place de la production de semences dans le schéma d'amélioration  
(Place of seed production in the improvement plan)  
(Lugar de la producción de semillas en el esquema de mejora)

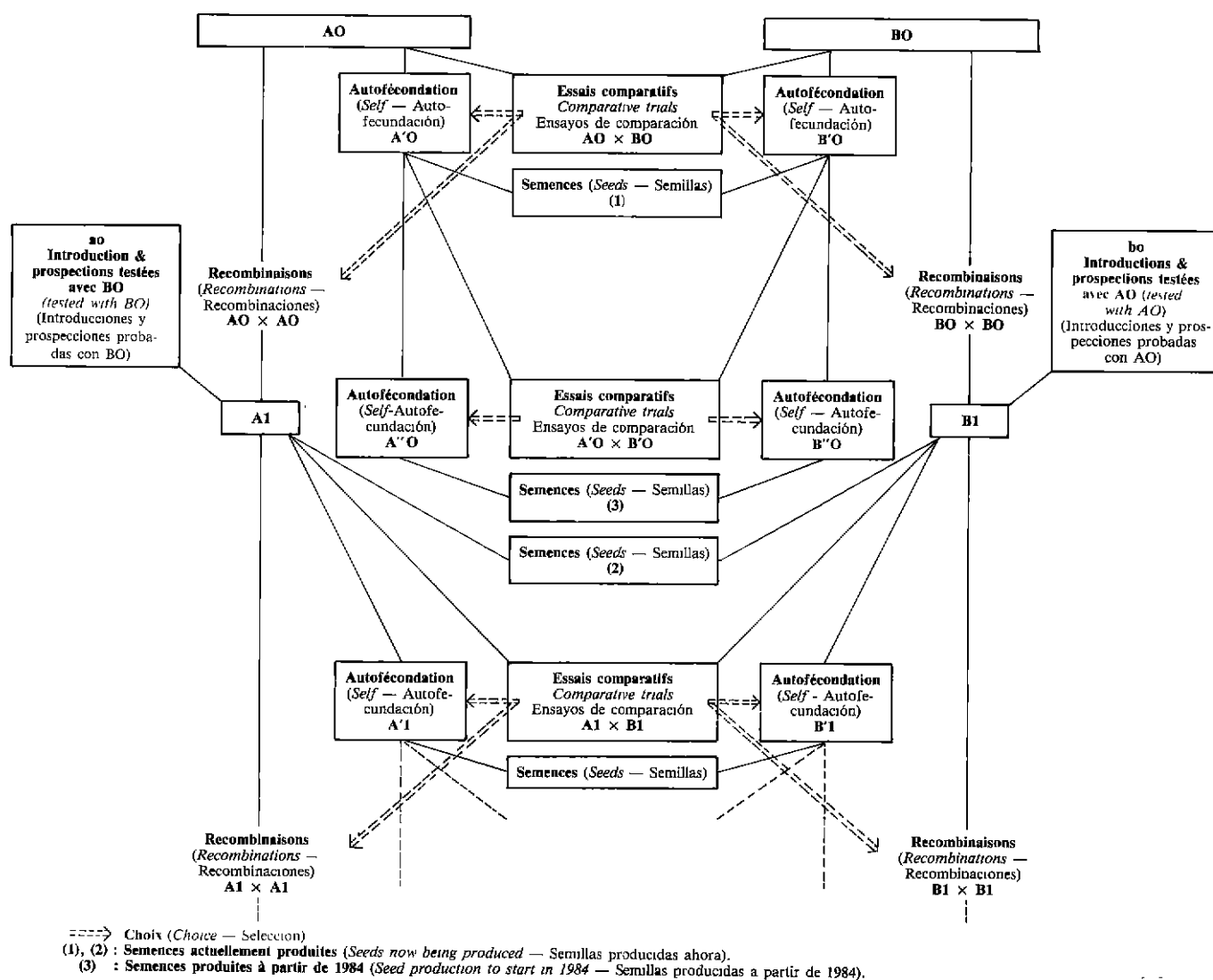
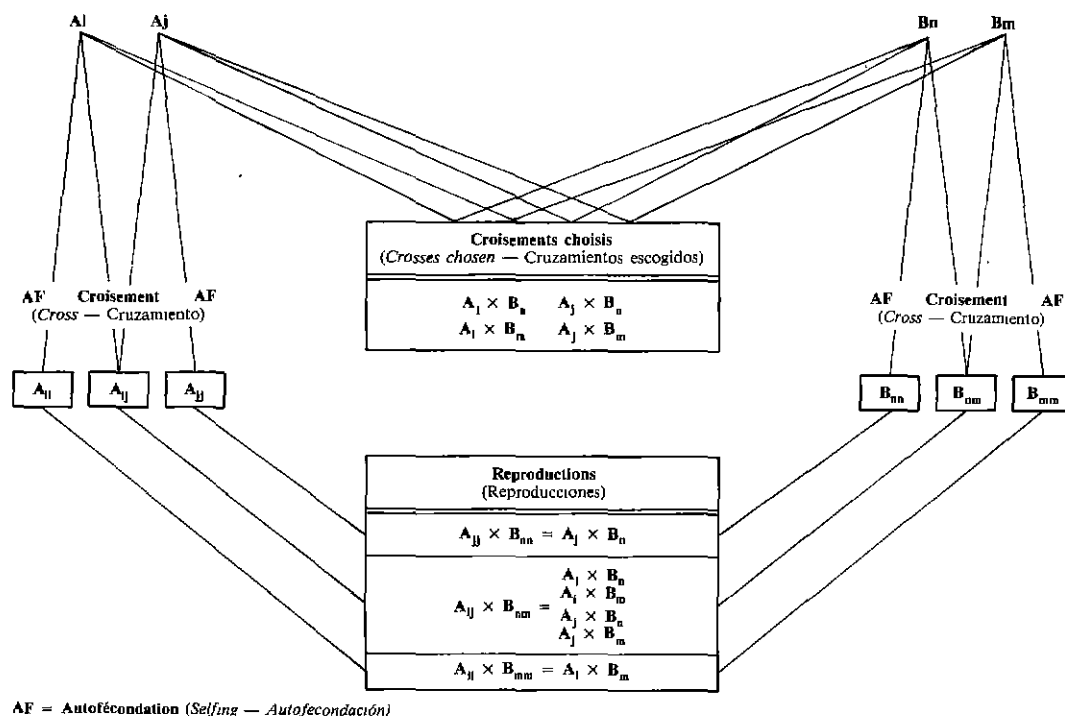


TABLEAU I. — Production du croisement et de sa reproduction  
(Production of the cross and its reproduction —  
Producción del cruzamiento y de su reproducción)

Année de plantation (Planting year) (Año de siembra)	Matériel (Material) (Material)	Régimes (Bunches) (Racimos) kg/an (year-año)	% huile de palme (% palm oil-aceite de palma) /régime (/bunch-/racimo)	Huile (Oil-Aceite) t/ha/an (year-/año)	Age observé (Age observed) (Edad observada)
1970	L9T x D132D (1) Reproduction (2) (Reproducción)	110 108	27,2 26,6	3,47 3,31	6-9 ans (years-años)
1971	L11T x D112D (1) Reproduction (2) (Reproducción)	88 92	24,2 24,8	2,47 2,62	6-8 ans (years-años)
1975	L7T x D6D (1) Reproduction (2) (Reproducción)	56 53	— —	— —	3-4 ans (years-años)
1970	L2T x D10D Topcross sur D10D	104 106	24,7 24,5	2,78 2,79	8-9 ans (years-años)
1972	L2T x D10D Topcross sur L2T	98 99	— —	— —	3-7 ans (years-años)

(1) =  $A_i \times B_n$  — (2) =  $A_{ii} \times B_{nn}$ .

FIG. 2. — Reproduction d'un ou de plusieurs croisements choisis pour la production de semences  
(Reproduction of one or more crosses chosen for seed production)  
(Reproducción de uno o varios cruzamientos escogidos para la producción de semillas).



#### IV. — CHOIX ET AMÉLIORATION DES CROISEMENTS À REPRODUIRE

##### 1. — Choix des croisements.

Les croisements sont choisis en fonction de critères économiques ; un premier choix a été effectué sur la production d'huile à l'hectare, puis une attention particulière a été portée à divers caractères : croissance en hauteur, qualité de l'huile, tolérance aux maladies, dont l'importance varie suivant les contextes socio-économiques et écologiques des plantations.

##### Production d'huile à l'hectare.

Le choix s'est fait soit par année de plantation, soit à l'intérieur d'essais en se référant à la valeur du croisement témoin L2T  $\times$  D10D. D'une façon générale, on utilise la production moyenne de régimes de 3 à 5 ans et de 6 à 9 ans et le taux d'extraction d'huile de palme obtenu à partir des analyses de régimes réalisées entre 5 et 7 ans. Les croisements dont la production d'huile est supérieure à celle du témoin L2T  $\times$  D10D, classé premier dans l'Expérience internationale, ont été retenus ; ceci a conduit à choisir 74 croisements sur 529 ; l'amélioration ainsi réalisée est de l'ordre de 20 p. 100. Les caractéristiques moyennes des croisements font l'objet du tableau II.

##### Croissance en hauteur.

La croissance annuelle en hauteur des croisements choisis d'après la production d'huile varie de 36 à 76 cm à La Mé en Côte-d'Ivoire ; afin de la réduire sensiblement, il a été décidé de ne reproduire que les croisements dont la

vitesse de croissance était inférieure ou égale à celle du témoin L2T  $\times$  D10D, qui est de l'ordre de 50 cm.

En raison de leur rapide croissance en hauteur, un grand nombre de Déli  $\times$  Yangambi ont été éliminés, de même que certains Déli  $\times$  La Mé. La vitesse de croissance des croisements choisis est voisine de 45 cm par an dans les conditions de la Station de La Mé, ce qui donne une hauteur moyenne inférieure à 10 mètres à 25 ans.

##### Qualité de l'huile.

La qualité de l'huile est également un bon critère de choix en raison des possibilités d'augmentation du taux d'acides gras insaturés chez *Elaeis guineensis* [Gascon et Wuidart, 1975], qui doivent permettre l'obtention d'une huile fluide et de meilleure qualité alimentaire.

Les teneurs moyennes en acides gras insaturés de l'huile des Déli  $\times$  La Mé et des Déli  $\times$  Yangambi sont de 48,8 et 52,6 p. 100, celle des croisements choisis est de 54,2 p. 100 ; parmi les croisements Déli  $\times$  La Mé, certains sont particulièrement intéressants tels L2T  $\times$  D8D et L10T  $\times$  D8D dont le taux est supérieur à 56 p. 100.

##### Tolérance aux maladies.

Les études menées depuis 1962 sur la fusariose, la plus grave maladie de l'*Elaeis guineensis* en Afrique, ont montré l'existence de facteurs de tolérance transmissibles [Meunier *et al.*, 1979] autorisant une sélection des croisements résistants à cette maladie et un programme de production de semences reproduisant ces croisements [Renard *et al.*, 1980].

Un choix sévère, d'après les résultats des tests en pré-pépinière et en pépinière, a conduit à retenir 3 croisements pour leur tolérance à la fusariose et à les reproduire pour les régions où sévit cette maladie.

TABLEAU II. — Production moyenne des croisements en essai et des croisements choisis  
(Average yield of crosses in trial and crosses selected —  
Producción promedia de los cruzamientos en prueba y de los cruzamientos escogidos)

Année de plantation (Planting year — Año de siembra)	Essais comparatifs (Comparative trials — Ensayos de comparación)	Nbre de croisements (N° of crosses — N° de cruzamientos)	T. de régimes/ ha/an (T. bunches/ ha/year — T. de racimos /ha/año)	% d'extraction industriel (Industrial ex- traction rate — Porcentaje de extracción industrial)	T. d'huile de palme/ha/an (T. palm oil /ha/year — T. de aceite de palma/ha /año)	Age observé (observed — Edad obser- vación) (años-años)
<b>I. — Station de la Mé-Côte-d'Ivoire (Ivory Coast — Costa de Marfil)</b>						
1959	Moyenne (Average — Promedio)	7	15,4	23,6	3,6	6- 9
	Croisements choisis (Crosses selected — Cruzamientos escogidos)	2	17,0	23,4	4,0	
1960	Moyenne (Average — Promedio)	11	13,6	22,5	3,1	7-10
	Croisements choisis (Crosses selected — Cruzamientos escogidos)	2	14,7	24,5	3,6	
1961	Moyenne (Average — Promedio)	26	14,6	23,0	3,3	6- 9
	Témoin (Control — Testigo) L2T × D10D	1	18,0	22,4	4,0	
	Croisements choisis (Crosses selected — Cruzamientos escogidos)	2	17,5	24,2	4,3	
1962	Moyenne (Average — Promedio)	44	15,7	21,8	3,4	6- 9
	Témoin (Control — Testigo) L2T × D10D	2	15,7	22,3	3,5	
	Croisements choisis (Crosses selected — Cruzamientos escogidos)	13	17,2	23,1	4,0	
1963	Moyenne (Average — Promedio)	81	14,8	20,2	3,0	6- 9
	Témoin (Control — Testigo) L2T × D10D	1	14,9	19,1	2,8	
	Croisements choisis (Crosses selected — Cruzamientos escogidos)	17	15,2	21,7	3,3	
1964	Moyenne (Average — Promedio)	127	14,2	21,2	3,0	11-13
	Témoin (Control — Testigo) L2T × D10D	1	15,3	19,5	3,0	(1)
	Croisements choisis (Crosses selected — Cruzamientos escogidos)	21	15,5	22,2	3,4	
1965	Moyenne (Average — Promedio)	25	15,4	22,4	3,4	6- 9
1966	Moyenne (Average — Promedio)	27	14,8	22,0	3,2	6- 9
	Croisements choisis (Crosses selected — Cruzamientos escogidos)	2	17,8	22,5	4,0	
1967	Moyenne (Average — Promedio)	20	16,1	21,7	3,5	6-12
	Croisements choisis (Crosses selected — Cruzamientos escogidos)	2	17,1	24,5	4,2	
1968	Moyenne (Average — Promedio)	24	16,1	21,7	3,5	6-10
	Témoin (Control — Testigo) L2T × D10D	1	17,6	20,9	3,7	
	Croisements choisis (Crosses selected — Cruzamientos escogidos)	1	18,4	22,6	4,2	
Moyenne des années de plan- (Average planting — Promedio de los años de						
tation years — siembra)						
— Croisements en test (Crosses in test — Cruzamientos en prueba)		392	15,1	22,0	3,3	
— Croisements choisis (Crosses selected — Cruzamientos escogidos)		62	16,7	23,2	3,9	
<b>II. — C.D.C. Palm Breeding - Cameroun (Cameroon-Camerún)</b>						
1968	Moyenne (Average — Promedio)	25	15,7	23,1	3,6	6- 9
	Témoin (Control — Testigo) L2T × D10D	2	17,9	21,7	3,9	
	Croisements choisis (Crosses selected — Cruzamientos escogidos)	4	17,0	24,4	4,1	
1969	Moyenne (Average — Promedio)	45	15,1	23,2	3,5	6- 9
	Témoin (Control — Testigo) L2T × D10D	2	17,2	21,9	3,8	
	Croisements choisis (Crosses selected — Cruzamientos escogidos)	3	17,3	23,7	4,1	
1970	Moyenne (Average — Promedio)	67	13,6	23,4	3,2	6- 9
	Témoin (Control — Testigo) L2T × D10D	3	16,6	21,3	3,5	
	Croisements choisis (Crosses selected — Cruzamientos escogidos)	5	16,4	24,5	4,0	
Moyenne des années de plan- (Average planting — Promedio de los años de						
tation years — siembra)						
— Croisements en test (Crosses in test — Cruzamientos en prueba)		137	14,8	23,2	3,4	
— Témoin (Control — Testigo) L2T × D10D		—	17,2	21,6	3,7	
— Croisements choisis (Crosses selected — Cruzamientos escogidos)		12	16,9	24,2	4,1	

(1) Plantations attaquées par *Coelaenomenodera elaeidis* de 6 à 9 ans (Plantations attacked by *Coelaenomenodera elaeidis* from 6-9 years — Plantaciones con ataque de *Coelaenomenodera elaeidis* de 6 a 9 años).

## 2. — Amélioration des croisements reproduits.

L'exploitation de la bonne hérédité de certains caractères fait que la reproduction d'un croisement peut être supérieure à ce croisement ; cette amélioration dépend du choix phénotypique des arbres utilisés pour la reproduction du croisement.

Dans les lignées *dura*  $A_1 \times A_2$  et  $A_2 \times A_1$ , le choix phénotypique des parents *dura* est réalisé sur les caractères ayant une bonne hérédité : p. 100 de pulpe sur fruit, nombre de régimes, poids moyen du régime, vitesse de

croissance, taux d'acides gras insaturés et tolérance à la fusariose.

Le choix des *pisifera* ne peut se réaliser sur des critères de production ; seules sont utilisées la vitesse de croissance et la tolérance à la fusariose.

La fixation d'un critère de choix pour un caractère dépend d'une façon générale de la valeur moyenne de l'autofécondation ou du croisement pour ce caractère afin d'appliquer des pressions de sélection voisines dans chaque lignée. Ainsi, on fixera un seuil plus élevé pour une lignée dont le pourcentage de pulpe sur fruit a une valeur

moyenne de 70 que pour une autre dont la valeur moyenne n'est que de 62. Dans chaque lignée, on fait intervenir dans la fixation du seuil ( $u$ ) de chaque caractère, sa valeur moyenne ( $\bar{x}$ ) et son écart-type ( $s$ ). Les seuils actuellement appliqués par l'I.R.H.O. en fonction de ce principe sont les suivants :

- p. 100 de pulpe .....  $u = \bar{x} - s$ ,
- nombre de régimes .....  $u = \bar{x} - s$ ,
- taux d'extraction .....  $u = \bar{x} - \frac{3}{2} s$ .

On a fixé un seuil pour ce caractère, bien que son héritabilité soit faible, de façon à éliminer des arbres qui pourraient avoir des caractères (p. 100 de fruits sur régimes et/ou p. 100 d'huile sur pulpe) accidentellement trop bas :

- croissance en hauteur :  $u = \bar{x}$ , utilisé pour les *pisifera* seulement ;
  - tolérance à la fusariose : indice inférieur à 100.
- L'indice représente, en pourcentage, le rapport entre le pourcentage de plants fusariés du croisement et celui de la moyenne de tous les croisements testés dans une même série.

Ces seuils peuvent être modulés en fonction des caractères

du ou des croisements reproduits pour obtenir une pression de sélection plus forte permettant de corriger certains caractères. Par exemple, au lieu d'adopter le seuil  $u = \bar{x} - s$  pour choisir les *dura* qui seront utilisés pour reproduire un croisement dont le pourcentage de pulpe est inférieur à 80, on augmentera ce seuil jusqu'à :  $u = \bar{x} + s$ . De même, les *dura* pourront être choisis en fonction de leur croissance, avec un seuil compris entre  $\bar{x} - s$  et  $\bar{x} + s$ , si l'on souhaite obtenir un matériel ayant une croissance en hauteur beaucoup plus lente que l'hybride reproduit.

## V. — VALEUR ET IDENTIFICATION DES SEMENCES

### 1. — Valeur des semences.

La méthode décrite précédemment fait que les planteurs peuvent attendre, des semences qui leur seront fournies, une production d'huile au moins égale sinon supérieure à celle des 15 croisements qu'elles reproduisent et dont les caractéristiques figurent au tableau III.

TABLEAU III. — Caractéristiques des croisements reproduits (*Characteristics of crosses reproduced* — Características de los cruzamientos reproducidos)

N° de lignée (N° of family - N° de línea)	Parents (Genitores)	Année de plantation (Planting year - Año de siembra)	Tonnes par ha/an (/ha/year — ton./ha/año)		Taux d'extraction industriel (Industrial extraction rate — Porcentaje de extracción industrial)	Croissance en cm/an (Growth in cm/year — Crecimiento en cm/año)	P. 100 acides gras insaturés (unsaturated fatty acids — Acidos grasos no satur.)	Indice fusariose (Fusarium index — Indice fusariosis)
			régimes (FFB - racimos)	huile de palme (palm oil — aceite de palma)				
LM 206	L2T × D8D	1959	17,3	4,0	23,0	40	56,5	—
LM 243	L10T × D8D	1960	14,6	3,6	24,7	41	57,6	—
LM 393	L2T × D10D	1961	18,0	4,0	22,4	46	53,5	88
LM 396	L2T × L269D		17,7	4,4	24,6	45	53,4	71
LM 548	L2T × D10D	1962	14,0	3,2	23,1	46	53,7	88
LM 604	L2T × D118D		17,2	3,8	22,1	49	53,9	51
LM 653	L10T × D17D		18,0	4,1	22,7	49	54,9	75
LM 691	L10T × D118D		17,0	3,9	22,8	46	54,2	58
DA 514	D10D × L2T		17,0	3,9	23,1	50	53,9	88
DA 518	D115D × L2T		18,8	4,3	23,1	45	53,3	54
DA 519	D3D × L2T		16,7	3,9	23,6	41	55,1	69
LM 562	L2T × D10D	1963	14,9	2,8	19,1	42	53,5	88
DA 661	D6D × L311P		16,8	3,5	20,7	46	54,0	—
LM 735	L2T × D10D	1964	15,3	3,0	19,5	42	51,9	88
LM 851	L2T × L404D		16,6	3,8	22,7	45	54,3	—
LM 862	L2T × D5D		17,7	3,6	20,3	35	54,8	85
LM 903	L431T × L404D**		15,3	3,7	23,9	50	48,7	114
LM 2134	L2T × D10D	1968*	18,4	3,8	20,9	27	—	—
DA 1880	D10D × P1097P**		15,1	4,2	27,9	30	—	—

\* Observé à Mondouli Cameroun (*Observed at Mondouli-Cameroon* — Observado en Mondouli-Cameroon).

\*\* Déli × Yangambi.

Dans les conditions écologiques de la Station de La Mé, cette production est de 3,9 tonnes d'huile de palme/ha/an à l'âge adulte, ce qui constitue une amélioration de 20 p. 100 par rapport aux *dura* × *pisifera* livrés jusqu'en 1976 ; leur taille devrait en moyenne être inférieure à 10 m à 25 ans et la teneur en acides gras insaturés de leur huile être de l'ordre de 54,2 p. 100.

Dans de bonnes conditions, le potentiel de production de ces croisements est de 6 à 7 tonnes d'huile de palme à l'hectare à l'âge adulte.

Il faut souligner qu'une bonne relation existe entre les

performances des croisements en divers lieux tant en Afrique (Tabl. IV) qu'en Extrême-Orient [Corley, 1981 ; Rosenquist, 1981] ; les mêmes croisements se classent les premiers en diverses situations.

### 2. — Identification des semences.

Les semences de chaque reproduction sont identifiées par une lettre suivie de chiffres. La lettre précise le type de croisements : C = Déli × La Mé, D = Déli × Yangambi.



TABLEAU IV. — Comparaison des caractéristiques de mêmes croisements plantés dans des écologies différentes  
(Comparison of characteristics of same crosses planted in different ecologies —  
Comparación de las características de los mismos cruzamientos sembrados en unas ecologías distintas)

	Déficit hydrique annuel moyen (Average annual water deficit — Déficit hídrico anual promedio)
La Mé (Côte-d'Ivoire — Ivory Coast — Costa de Marfil) = LM	260 mm
Mondoni (Cameroun — Cameroon — Camerún) ..... = MD	410 mm
Akpadanou (Bénin) ..... = PO	700 mm
La Dibamba (Cameroun — Cameroon — Camerún) ..... = LD	200 mm

Comparaison entre La Mé (3-7 ans) et Mondoni (4-6 ans)  
TABLE IV. 1 : (Comparison between La Mé, 3-7 years, and Mondoni, 4-6 years —  
Comparación entre La Mé, 3-7 años, y Mondoni, 4-6 años)

Caractère (Character — Carácter)	Yangambi × Angola LM MD		Déli × Angola LM MD		La Mé × Angola LM MD		Corrélations (Correlaciones) LM-MD
Nbre de régimes (Number of bunches — Número de racimos) .....	11,0	6,1	9,3	5,3	15,7	8,7	0,93***
Poids moyen (Mean weight — Peso medio) — kg .....	6,9	7,8	9,0	11,8	5,8	7,1	0,95***
Poids total (Total weight — Peso total) (*) .....	75,1	47,6	83,0	62,9	90,4	61,5	0,82***
% Fruits/régime (% Fruit/bunch — % Frutos/racimo) .....	67,4	68,8	64,3	67,0	65,0	66,6	0,88***
% Pulpe/fruit (Pulp/fruit — % Pulpa/fruto) .....	77,4	81,5	78,6	81,3	73,8	75,1	0,72**
% Huile/pulpe (Oil/pulp — % Aceite/pulpa) .....	49,4	50,0	48,5	47,5	47,7	45,7	0,81***
Taux d'extraction (Extraction rate — Porcentaje de extracción) .....	22,0	24,1	21,0	22,1	19,6	19,7	0,74**

(\*) kg/arbre/an (kg/tree/year — kg/árbol/año)

Comparaison entre La Mé (3-4 ans) et Akpadanou (5-6 ans)  
TABLE IV. 2 : (Comparison between La Mé, 3-4 years, and Akpadanou, 5-6 years —  
Comparación entre La Mé, 3-4 años, y Akpadanou, 5-6 años)

	LM	PO	Corrélations (Correlaciones)
kg/arbre/an (kg/tree/year — kg/árbol/año)	68,6	17,5	0,66**

Comparaison entre La Mé et La Dibamba, production à 7 ans  
TABLE IV. 3 : (Comparison between La Mé and La Dibamba, yield at 7 years —  
Comparación entre la Mé y La Dibamba, producción a los 7 años)

	LM	LD	Corrélations (Correlaciones)
Nbre de régimes (Number of bunches — Número de racimos) .....	7,3	8,1	0,88***
Poids moyen (Average weight — Peso medio) — kg .....	13,9	9,7	0,90***
Poids total/arbre (Total weight/tree — Peso total/árbol) — kg .....	95,3	75,1	0,79***

Les deux premiers chiffres indiquent la lignée (D × D ou D autofécondé) des géniteurs *dura* et les deux derniers celle (T × T, T × P ou T autofécondé) des géniteurs *pisifera*.

Une telle identification facilite la sélection en préépinière et en pépinière ainsi que la réalisation de plantations plus homogènes.

Les reproductions sont réunies dans un plan de croisement, tableau à double entrée qui permet d'en rationaliser la réalisation.

## VI. — TECHNIQUES DE PRODUCTION DE SEMENCES

Les techniques de production de semences, conseillées par l'I.R.H.O. [Bénard *et al.*, 1965 et 1970], ont été mises

au point grâce à de nombreux essais ; les divers contrôles qu'elles comportent assurent un pourcentage élevé de germination, une bonne homogénéité en champ et une parfaite légitimité.

## VII. — ORGANISATION ET ARTICULATIONS DE LA PRODUCTION DE SEMENCES AVEC LE CONCOURS DE L'I.R.H.O.

Les semences produites avec le concours de l'I.R.H.O. sont le fruit d'une coopération internationale entre plusieurs pays d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud ; elles sont l'aboutissement d'un vaste réseau expérimental, qui couvre l'aire actuelle de la culture du palmier à huile et dont l'analyse et la synthèse des données sont régulièrement réalisées par des spécialistes de divers pays.

L'élément principal en est la Station de recherches de La Mé en Côte-d'Ivoire en raison des surfaces qu'elle a consacrées aux tests de géniteurs au cours des vingt dernières années, 1 000 hectares récoltés arbre par arbre, et de sa contribution à l'amélioration génétique du palmier à huile.

Cette station met par ailleurs progressivement en place du matériel de base Déli  $\times$  Déli ou *tenera*  $\times$  *tenera*, relié aux essais comparatifs d'hybrides réalisés sur la station elle-même ou dans d'autres écologies afin de reproduire les meilleures hybrides correspondant aux conditions édapho-climatiques et sanitaires. Elle peut également mettre à la disposition d'autres unités productrices du matériel de base adapté à leurs besoins.

Pour les zones de déficit hydrique moyen, la Station de recherches de La Dibamba et la Palm Breeding Division de la C.D.C. au Cameroun sont d'une aide précieuse grâce aux 400 hectares d'essais comparatifs qu'elles ont plantés depuis 1968.

Pour les zones d'excellente fertilité à faible déficit hydrique, les 250 ha d'essais génétiques d'Aek Kwasan, action I.R.H.O.-SOCFINDO conduite dans le Nord de Sumatra avec l'agrément des autorités indonésiennes, apportent dès maintenant des données indispensables qui viennent compléter celles de divers organismes publics et privés d'Amérique du Sud ; les fortes productions obtenues (6 à 7 t d'huile/ha) sur plusieurs milliers d'hectares par INDUPALMA en Colombie et par EMDEPALMA au Pérou ont précisé le potentiel des semences fournies par la Station de La Mé.

Pour les zones à fort déficit hydrique, la Station de recherches de Pobé au Bénin poursuit la mise au point de matériel tolérant ; elle a planté 170 hectares d'essais depuis 1970.

La description de ce réseau expérimental serait incomplète si l'on n'y incluait pas les recherches ayant pour objet la tolérance aux maladies.

En Afrique, les recherches sur la fusariose sont conduites par le Département Phytopathologie de l'I.R.H.O., installé sur la plantation expérimentale Robert-Michaux en

Côte-d'Ivoire. 3 400 croisements provenant de La Mé, de Pobé et d'autres pays ont actuellement été testés.

En Amérique du Sud, la tolérance de certains croisements à l'acarier *Retracrus* et à d'autres prédateurs a été observée par P. Genty.

En Asie, après quelques essais, l'I.R.H.O. espère prochainement apporter un concours aux recherches sur le *Ganoderma*.

L'enrichissement mutuel, qui résulte des échanges de matériels et d'informations, va plus loin que l'actualisation des programmes de production de semences, il prépare l'avenir.

## CONCLUSIONS

La méthode décrite permet de reproduire un croisement connu en améliorant les caractères dont l'hérédité est bonne ; elle entraîne une nette évolution dans la production de semences ; la diffusion de semences *dura*  $\times$  *pisi-fera* en mélange est remplacée par celle de semences reproduisant quelques croisements choisis dans des essais en raison de leur production d'huile à l'hectare, de leur croissance en hauteur et de la qualité de leur huile.

L'I.R.H.O. et les centres de recherches avec lesquels l'Institut coopère produisent actuellement des semences de 15 croisements, 12 Déli  $\times$  La Mé et 3 Déli  $\times$  Yangambi, choisis sur 529 croisements observés. Le potentiel de production d'huile à l'hectare de ce matériel est de 3,9 t dans les conditions de la Station de La Mé et de 6 à 7 t dans de bonnes conditions.

En attendant que les essais clonaux permettent la multiplication et la vulgarisation des individus exceptionnels, la fourniture de semences reproduisant les meilleurs croisements constitue une étape importante pour améliorer le rendement et l'homogénéité des plantations ; c'est actuellement le seul procédé qui offre au planteur la possibilité de prévoir les caractéristiques du matériel qu'il plante.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] JACQUEMARD J. C., MEUNIER J., BONNOT F. (1981). — Etude génétique de la reproduction d'un croisement chez le palmier à huile *Elaeis guineensis* (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 36, N° 7, p. 343-352.
- [2] MEUNIER J. et GASCON J. P. (1972). — Le schéma général d'amélioration du palmier à huile à l'I.R.H.O. (bilingue fr.-angl.) *Oléagineux*, 27, N° 1, p. 1-12.
- [3] GASCON J. P. et WUIDART W. (1975). — Amélioration de la production et de la qualité de l'huile d'*Elaeis guineensis* Jacq. *Oléagineux*, 30, N° 1, p. 1-4.
- [4] MEUNIER J., RENARD J. L. et QUILLÉC G. (1979). — Hérité de la résistance à la fusariose chez le palmier à huile *Elaeis guineensis* Jacq. (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 34, N° 12, p. 555-559.
- [5] RENARD J. L., NOIRET J. M. et MEUNIER J. (1980). — Sources et gammes de résistance à la fusariose chez les palmiers à huile *Elaeis guineensis* et *Elaeis melanococca* (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 35, N° 8-9, p. 387-391.
- [6] BENARD G. et MALINGRAUX C. (1965). — La production de semences sélectionnées de palmier à huile à l'I.R.H.O. Principe et réalisation. *Oléagineux*, 20, N° 5, p. 297-302.
- [7] BENARD G. et NOIRET J. M. (1970). — Le pollen de palmier à huile. Récolte, préparation, conditionnement et utilisation pour la fécondation artificielle. *Oléagineux*, 25, N° 2, p. 67-73.
- [8] CORLEY R. H. V. (1981). — (Communication personnelle).
- [9] ROSENQUIST E. A. (1981). — Performances of identical oil palm progenies in contrasting environment. International Conference « The Oil Palm in Agriculture in the Eighties », Kuala Lumpur (Malaysia), 1981, 17-20 June.

## SUMMARY

Production of selected *Elaeis guineensis* oil palm seeds.

J. P. GASCON, J. C. JACQUEMARD, M. HOUSSOU, D. BOUTIN, H. CHAILLARD, F. KANGA FONDJO, *Oléagineux*, 1981, 36, N° 10, p. 475-486.

Distributed by the I.R.H.O. and its partners, these oil palm seeds belong to hybrids whose performances are known. The best D × T or P hybrids are reproduced from *dura* of the parent D × D crosses or parental D selfs, and *pisifera* of the parent T × T or T × P crosses as well as parental T selfs. A choice of *dura* and *pisifera* parents in function of heritability of characters leads to improvement compared to the hybrids reproduced. The techniques used guarantee legitimacy and good germination to the D × P seeds produced, which are identified according to the hybrid reproduced.

## RESUMEN

Producción de semillas seleccionadas de palma africana *Elaeis guineensis*.

J.P. GASCON, J. C. JACQUEMARD, M. HOUSSOU, D. BOUTIN, H. CHAILLARD, F. KANGA FONDJO, *Oléagineux*, 1981, 36, N° 10, p. 475-486.

Estas semillas de palma africana difundidas por el I.R.H.O. y sus socios, pertenecen a unos híbridos cuyos resultados están conocidos. Se reproducen los mejores híbridos D × T/P a partir de los *dura* de los cruzamientos parentales D × D o de las autofecundaciones parentales D y de los *pisifera* de los cruzamientos parentales T × P o T × T, como también de las autofecundaciones parentales T. Una selección de los genitores *dura* y *pisifera* con arreglo a la heredabilidad de los caracteres permite una mejora con relación a los híbridos reproducidos. Las técnicas utilizadas garantizan la legitimidad y una buena germinación de las semillas D × P producidas, que son identificadas con arreglo al híbrido reproducido.

## Production of selected *Elaeis guineensis* oil palm seeds (1)

J. P. GASCON (2), J. C. JACQUEMARD (3), M. HOUSSOU (4), D. BOUTIN (5), H. CHAILLARD (6) and F. KANGA FONDJO (7)

## I. — INTRODUCTION

The spread of known hybrids greatly contributed to the increase in maize yield after world war II; the methodology which the I.R.H.O. has recommended to its partners now gives similar possibilities for the oil palm.

Trials planted from 1970 on, did indeed show that precise reproduction of a cross was possible [Jacquemard *et al.*, 1981] and that the performances of these reproductions could be markedly improved by choosing the parents on heritable characters.

After a review of these results, present seed production practice will be described, from the choice of best crosses to the performances expected from their reproduction.

## II. — PLACE OF SEED PRODUCTION IN THE IMPROVEMENT PLAN

The superiority of crosses between ecotypes A, with a small number of large bunches of good composition, and ecotypes B with many average-sized one of equally good composition, was shown in the International Experiment (Benin, Congo, Ivory

Coast, Malaysia and Zaire). This led to many research centres distributing seeds made up of a mix of *Dura* Deli × African *Pisifera* crosses, among which there were both good and bad.

The value of the method the I.R.H.O. recommends, is that seeds are obtained which reproduce good crosses alone; Recurrent Reciprocal selection was adapted to the oil palm in 1957 [Meunier and Gascon, 1972] to improve A × B crosses' and reproduce those which would be chosen at the end of the first breeding cycle for seed production.

This method, outlined in Figure 1, ensures rapid reproduction and improvement of the best A × B crosses from the comparative trials, thanks to selfings A' and B' of their parents. It concentrates the favourable genes dispersed among individuals of ecotypes A or B by recombining A × A or B × B; lastly, it leads to genetic enrichment by introducing new ecotypes into groups A and B.

## III. — MODE OF REPRODUCTION OF ONE OR MORE CROSSES

In theory, a cross can be reproduced by crossing two samples of trees from one and the other of its parents by selfing. The trials summarised in Table I have shown that the conformity of a cross and its reproduction was satisfactory in the field, once this reproduction was obtained by crossing *dura* from a *dura* parent by selfing, with *pisifera* from a *tenera* parent by selfing [Jacquemard *et al.*, 1981].

Several variants of the previous method allow D × P seeds to be produced (Fig. 2).

The reproduction of an A<sub>i</sub> × B<sub>m</sub> cross, generally obtained by the method described, can also be achieved, if B<sub>m</sub> is a *pisifera*, by crossing *dura* progeny of A<sub>i</sub> by selfing with B<sub>m</sub> to obtain A<sub>i</sub> × B<sub>m</sub> combinations.

The most common reproduction of several A<sub>i</sub> × B<sub>m</sub>, A<sub>i</sub> × B<sub>n</sub>, A<sub>j</sub> × B<sub>m</sub> and A<sub>j</sub> × B<sub>n</sub> crosses, is done by crossing the progeny from A<sub>i</sub> × A<sub>j</sub> crosses with those of the B<sub>m</sub> × B<sub>n</sub> crosses to carry out A<sub>i</sub> × B<sub>m</sub> combinations. Where B<sub>m</sub> and B<sub>n</sub> are *pisifera*, the reproduction of A<sub>i</sub> × B<sub>m</sub> and A<sub>j</sub> × B<sub>m</sub> crosses is done by crossing the progenies from the A<sub>i</sub> × A<sub>j</sub> cross with B<sub>m</sub>, to have A<sub>i</sub> × B<sub>m</sub> combinations.

(1) Communication presented at the International Conference « The Oil Palm in Agriculture in the Eighties », Kuala Lumpur (Malaysia), 1981, 17-20 June.

(2) Director I.R.H.O. Plant Breeding Department. I.R.H.O./GERDAT, B.P. 5035 — 34032 Montpellier Cedex (France).

(3) Plant Breeding Service, La Me Station. I.R.H.O. B. P. 13 Bingerville (Ivory Coast).

(4) Plant Breeding Service, Pobe Station. P.B. 1 Pobe (Popular Republic of Benin).

(5) I.R.H.O./SOCFINDO Aek Kwasan. P.O. Box 254, Medan (Indonesia).

(6) C.D.C. Palms Breeding. Likomba, Tiko (United Republic of Cameroon).

(7) Station Manager, IRA Dibamba. P.O. Box 243, Douala (United Republic of Cameroon)



#### IV. — CHOICE AND IMPROVEMENT OF CROSSES TO BE REPRODUCED

##### 1. — Choice of crosses.

The crosses are chosen in function of economic criteria ; a first choice was made on oil production/ha, then special attention was paid to several characters : height growth, oil quality, tolerance to disease, the importance of which varies depending on the social-economic and ecological contexts of the plantations.

##### Oil production per hectare.

The choice is made either by planting year, or within the trials, by reference to the value of the control cross L2T × D10D. Generally speaking, the basis is average bunch production from 3 to 5 years and from 6 to 9 years, as well as the oil extraction rate as shown by analyses between 5 and 7 years. The crosses, whose oil production is higher than that of the L2T × D10D control, which ranked first in the International Experiment, were retained ; this led to 74 crosses out of 529 being chosen ; the improvement thus made is about 20 p. 100 ; the average characteristics of the crosses are given in Table II.

##### Height growth.

The annual height growth of the crosses chosen for their oil yield varies from 36-76 cm at La Me in the Ivory Coast ; in order to reduce this sharply, it was decided to reproduce only those crosses whose growth speed was less than or equal to that of the control L2T × D10D, which is about 50 cm.

Due to their rapid height growth, many Deli × Yangambi were eliminated, as well as some Deli × La Me. The growth speed of the crosses chosen is around 45 cm/year under La Me station conditions, giving an average height under 10 m at 25 years.

##### Oil quality.

Oil quality is also a good criterion for choice, due to the possibilities for increasing the unsaturated fatty acid level in *Elaeis guineensis* [Gascon and Wuidart, 1975] which should give a more fluid oil of better food quality.

The average unsaturated fatty acid levels of oil from Deli × La Me and Deli × Yangambi are 48.8 and 52.6, while that of the chosen crosses is 54.2. Among the Deli × La Me crosses, some are especially interesting, such as L2T × D8D and L10T × D8D where levels exceed 56 p. 100.

##### Tolerance to disease.

Studies carried out since 1962 on *Fusarium* wilt, the gravest *Elaeis guineensis* disease in Africa, have shown the existence of transmissible tolerance factors [Meunier *et al.*, 1979], authorising a selection of crosses resistant to this disease and a seed production programme reproducing these crosses [Renard *et al.*, 1980].

Severe culling based on test results in the prenursery and nursery led to 3 crosses being retained for tolerance to *Fusarium* wilt and to their reproduction for regions where this disease is rife.

##### 2. — Improvement of the crosses reproduced.

Exploiting the good heritability of certain characters means that the reproduction of a cross can be superior to the cross itself ; this improvement depends on the phenotypical choice of the trees used to reproduce the cross.

In the *dura* A<sub>1</sub> × A<sub>2</sub> and A<sub>1</sub> × A<sub>3</sub> families, the phenotypical choice of *dura* parents is based on characters with good heritability : p. 100 pulp/fruit, number of bunches, average bunch weight, growth speed, unsaturated fatty acid levels and tolerance to *Fusarium* wilt.

Choice of *pisifera* cannot be made on production criteria ; only growth speed and tolerance to *Fusarium* wilt are considered.

Establishing a criterion for choice on character depends, generally speaking, on the average value of the self or cross for this character, so as to apply similar selection pressures in each family. Thus, a higher threshold is fixed for a family whose average p. 100 pulp/fruit is 70, than for one whose average value is only 62. In each family, its mean value ( $\bar{x}$ ) and standard deviation (s) enter into the determination of the threshold (u) of each

character. The thresholds now applied by the I.R.H.O. in function of this principle are as follows :

— p. 100 pulp .....	$u = \bar{x} - s,$
— number of bunches .....	$u = \bar{x} - s,$
— extraction rate .....	$u = \bar{x} - \frac{3}{2} s.$

A threshold has been fixed for this character, although its heritability is weak, in order to eliminate trees which could have characters accidentally too low (p. 100 fruit/bunches and or p. 100 oil/pulp).

— height growth :  $u = \bar{x}$  used for *pisifera* only ;

— tolerance to *Fusarium* wilt : index under 100. The index represents, in percentage, the relation between percentage of wilted plants of the cross and that of the average of all the crosses in the same series.

These thresholds can be modified in function of the characters of the cross(es) reproduced to obtain stronger selection pressure, enabling certain characters to be corrected. For example, instead of adopting threshold  $u = \bar{x} - s$  to chose *dura* to be used for reproducing a cross whose pulp percentage is under 80, this threshold will be increased to :  $u = \bar{x} + s$ . Similarly, *dura* can be chosen in function of their growth, with a threshold between  $\bar{x} - s$  and  $\bar{x} + s$  if material with much slower height growth than the hybrid reproduced is desired.

#### V. — VALUE AND IDENTIFICATION OF THE SEEDS

##### 1. — Value of the seeds.

The method described above means that the planters can expect from the seeds supplied to them and oil yield at least equal to, if not higher than, that of the 15 crosses they reproduce and whose characteristics are given in Table III.

Under the ecological conditions prevailing at the La Me Station, yield is 3.9 tons palm oil/ha/year at maturity which is a 20 p. 100 improvement over the *dura* × *pisifera* delivered up to 1976. Their average height should be under 10 m at 25 years, and the unsaturated fatty acid level of their oil around 54.2 p. 100.

Under good conditions, the production potential of these crosses is 6-7 tons palm oil/ha at maturity.

It should be stressed that there is a good relation between performances of the crosses in different places both in Africa (Table IV) and the Far East [Corley, 1981 ; Rosenquist, 1981] ; the same crosses rank first in different situations.

##### 2. — Identifying the seeds.

The seeds from each reproduction are identified by a letter followed by figures. The letter specifies the type of crosses : C = Deli × La Me, D = Deli × Yangambi.

The first two figures indicate the family (D × D or D selfed) of the *dura* parents and the last two (T × T, T × P or T selfed), that of the *pisifera* parent(s).

Such identification facilitates prenursery and nursery culling, and the creation of more homogeneous plantations.

The reproductions are grouped in a crossing plan, a double entry table rationalising its implementation.

#### VI. — SEED PRODUCTION TECHNIQUES

The seed production techniques recommended by the I.R.H.O. [Benard *et al.*, 1965 and 1970] were developed after many trials ; the various checks which they include ensure a high germination rate, good homogeneity in the field and perfect legitimacy.

#### VII. — ORGANIZATION OF SEED PRODUCTION AND ITS WORLD-WIDE LINK-UP WITH THE I.R.H.O.'S ASSISTANCE

The seeds produced with the I.R.H.O.'s assistance are the result of international cooperation between several countries in Africa, Asia and South America ; they are the fruit of a vast experimental network, covering the entire area where oil palm is now grown, and of which the data are regularly analysed and synthesised by experts from several countries.

The cornerstone is the La Me Research Station in the Ivory

Coast due to the areas it has devoted to progeny trials over the last two decades (1,000 ha harvested tree by tree), and its contribution to genetic improvement of the oil palm.

In other respects, this station is gradually planting basic Deli × Deli or Tenera × Tenera material, linked to comparative trials of hybrids on the Station itself or in other environments, so as to reproduce the best hybrids for each edaphoclimatic and phytosanitary situation. It can also make basic material adapted to their needs available to other producer units.

For zones with middle water deficit, the Dibamba Research Station and the C.D.C.'s Palm Breeding Division in Cameroon have given precious help, thanks to the 400 ha comparative trials planted since 1968.

In very fertile zones with low water deficit, the 250 ha of genetic trials at Aek Kwasan, an I.R.H.O.-SOCFINDO enterprise conducted in North Sumatra with the agreement of the Indonesian authorities, have yielded indispensable data completing those from various private and public bodies in South America. The high yields obtained (6-7 tons/oil/ha) over several thousand ha by INDUPALMA in Colombia and EMDEPALMA in Peru, have confirmed the potential of the seeds supplied by the La Me station.

For areas with a marked water deficit, the Pobe Research Station in Benin continues its work on tolerant material; 170 ha of trials have been planted since 1970.

A description of this experimental network would be incomplete if research on tolerance to disease were left out.

In Africa, research on *Fusarium* wilt is conducted by the I.R.H.O.'s Phytopathology Department, on the Robert Michaux Experimental Plantation in the Ivory Coast; 3,400 crosses from

La Me, Pobe and from other countries have been tested by now.

In South America, tolerance of certain crosses to the *Retractus* mite and other pests was observed by P. Genty.

In Asia, after several trials, the I.R.H.O. hopes to contribute to research on *Ganoderma* shortly.

Mutual enrichment resulting from the exchange of material and data, goes further than merely bringing seed production programmes up to date: it builds the future.

## CONCLUSIONS

The method described enables a known cross to be reproduced by improving characters with good heritability; it leads to marked evolution in seed production. The extension of mixed *dura* × *pisifera* seeds is replaced by that of seeds reproducing a few crosses chosen in trials for their oil yield/ha, height growth and oil quality.

The I.R.H.O. and the research centres with it co-operates now produce seeds from 15 crosses: 12 Deli × La Me and 3 Deli × Yangambi, chosen from 529 crosses observed. The potential oil production/ha of this material is 3.9 tons under La Me station conditions, and 6-7 tons under good conditions.

Until such time as clonal trials enable propagation and extension of exceptional individuals, the supply of seeds reproducing the best crosses constitutes an important stage in improving the yield and homogeneity of plantations; this is now the only procedure which allows the planter to foresee the characteristics of the material he plants.

# Producción de semillas seleccionadas de palma africana *Elaeis guineensis* <sup>(1)</sup>

J.-P. GASCON (2), J.-C. JACQUEMARD (3), M. HOUSSOU (4),  
D. BOUTIN (5), H. CHAILLARD (6) y F. KANGA FONDJO (7)

## I. — INTRODUCCIÓN

La difusión de híbridos conocidos contribuyó mucho en aumentar el rendimiento del maíz después de la guerra; la metodología que el I.R.H.O. aconsejó a sus socios proporciona ahora posibilidades análogas para la palma africana.

Ensayos sembrados a partir de 1970 han mostrado efectivamente que era posible la reproducción exacta de un cruzamiento [Jacquemard *et al.*, 1981], y que se podía mejorar notablemente los resultados de tales reproducciones mediante la elección de sus genitores por los caracteres heredables.

Después de recordar estos resultados, se expondrá el procedimiento actual de la producción de semillas, desde la selección de los mejores cruzamientos hasta los resultados que se esperan de su reproducción.

## II. — LUGAR DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS EN EL ESQUEMA DE MEJORA

En el Experimento internacional (Benín, Congo, Costa de Marfil, Malasia y Zaire) se demostró la superioridad de los cruzamientos entre ecotipos A con número reducido de racimos gruesos de buena composición, y ecotipos B de número elevado de racimos medianos, también de buena composición; esto acarrió la difusión por muchos centros de investigaciones de semillas constituidas por una mezcla de cruzamientos *dura* Deli × *pisifera* africanos, que incluían buenos y malos.

El interés del método que el I.R.H.O. aconseja estriba en la obtención de semillas que reproducen únicamente los cruzamientos buenos; en 1957 se adaptó la Selección Recurrente Recíproca a la palma africana [Meunier y Gascon, 1972], a fin de mejorar los cruzamientos A × B, reproduciéndose los que se escogerían a finales del primer ciclo de selección, para la producción de semillas.

Este método esquematizado en la figura 1, permite reproducir y mejorar rápidamente los mejores cruzamientos A × B de los ensayos de comparación mediante las autofecundaciones A' y B' de sus genitores. Concentra los genes favorables dispersos entre los individuos de los ecotipos A o B mediante recombinaciones A × A o B × B; por último prepara un enriquecimiento génico mediante introducciones de nuevos ecotipos en los grupos A y B.

(1) Comunicación presentada en la Conferencia internacional « The oil palm in agriculture in the eighties » en Kuala Lumpur (Malasia), 17-20 de junio de 1981.

(2) Director del Departamento de Selección de I.R.H.O., I.R.H.O./GERDAT, B.P. 5035, 34032 Montpellier Cédex (France).

(3) Servicio de Selección, Estación de La Mé. I.R.H.O., B.P. 13, Bingerville (Costa de Marfil).

(4) Servicio de Selección, Estación de Pobe, B.P. 1, Pobe (Benín).

(5) I.R.H.O./SOCFINDO, Aek Kwasan. P.O. Box 254, Medan (Indonesia).

(6) C.D.C. Palms Breeding. Likomba, Tiko (Camerún).

(7) Jefe de la estación del IRA Dibamba, B.P. 243, Douala (Camerún).

### III. — MODO DE REPRODUCCIÓN DE UNO O VARIOS CRUZAMIENTOS

La reproducción de un cruzamiento es posible teóricamente, cruzándose dos muestras de árboles procedentes de uno y otro de sus genitores por autofecundación; los ensayos que se resumen en el cuadro I han mostrado que la conformidad de un cruzamiento y de su reproducción era satisfactoria en el campo, cuando se obtenía esta reproducción mediante el cruzamiento de dura procedentes del genitor dura por autofecundación con pisifera procedentes del genitor tenera por autofecundación [Jacquemard *et al.*, 1981].

Varias variantes del método anterior permiten producir semillas  $D \times P$  (Fig. 2).

La reproducción de un cruzamiento  $A_i \times B_m$ , que se obtiene por lo general según el método descrito, también es posible, de ser  $B_m$  un *pisifera*, cruzando los *dura* descendientes de  $A_i$  por autofecundación con  $B_m$  para conseguir combinaciones  $A_{ij} \times B_m$ .

La reproducción más común de varios cruzamientos  $A_i \times B_m$ ,  $A_i \times B_n$ ,  $A_j \times B_m$  y  $A_j \times B_n$  se lleva a cabo cruzando los descendientes de los cruzamientos  $A_i \times A_j$  con los de los cruzamientos  $B_m \times B_n$  para realizar combinaciones  $A_{ij} \times B_{mn}$ . En el caso de que  $B_m$  y  $B_n$  sean *pisifera*, se reproducen los cruzamientos  $A_i \times B_m$  y  $A_j \times B_m$  cruzando los descendientes del cruzamiento  $A_i \times A_j$  con  $B_m$  para tener combinaciones  $A_{ij} \times B_m$ .

### IV. — SELECCIÓN Y MEJORA DE CRUZAMIENTOS A REPRODUCIRSE

#### 1. — Selección de los cruzamientos.

Se escogen los cruzamientos con arreglo a criterios económicos; se hizo una primera selección por la producción de aceite por hectárea, dedicándose luego una atención especial a varios caracteres, como crecimiento longitudinal, calidad del aceite, tolerancia a las enfermedades, cuya importancia varía según los contextos socioeconómicos y ecológicos de las plantaciones.

#### Producción de aceite por hectárea.

La selección se hizo bien sea por año de siembra, o dentro de unos ensayos, refiriéndose al valor del cruzamiento testigo L2T  $\times$  D10D. Se utiliza por lo general la producción promedia de racimos de 3 a 5 años y de 6 a 9 años, y el porcentaje de extracción de aceite de palma obtenido en la base de análisis de racimos entre 5 y 7 años. Se escogió los cruzamientos cuya producción de aceite superaba a la del testigo L2T  $\times$  D10D, clasificado primero en el Experimento internacional; esto condujo a seleccionar 74 cruzamientos de 529; la mejora así lograda es del orden de un 20 p. 100; en el cuadro II se dan las características promedias de los cruzamientos.

#### Crecimiento longitudinal.

El crecimiento anual longitudinal de los cruzamientos escogidos según la producción de aceite varía de 36 a 76 cm en La Mé en Costa de Marfil; a fin de reducirlo notablemente, se decidió reproducir sólo los cruzamientos cuya velocidad de crecimiento era inferior o igual a la del testigo L2T  $\times$  D10D, que es de unos 50 cm.

Se eliminó muchos Deli  $\times$  Yangambi así como algunos Deli  $\times$  La Mé, debido a su crecimiento longitudinal rápido. La velocidad de crecimiento de los cruzamientos escogidos es de casi 45 cm al año en las condiciones de la estación de La Mé, siendo la altura promedia inferior a 10 m a los 25 años.

#### Calidad del aceite.

La calidad del aceite es también un buen criterio de selección, debido a las posibilidades de aumento del porcentaje de ácidos grasos no saturados en el *Elaeis guineensis* [Gascon y Wuidart, 1975], que deben permitir que se obtenga un aceite más fluido y de una mejor calidad alimenticia.

Los contenidos medios de ácidos grasos no saturados del aceite de los Deli  $\times$  La Mé y de los Deli  $\times$  Yangambi, son de 48,8 y 52,6, y para los cruzamientos seleccionados son de 54,2; algunos cruzamientos Deli  $\times$  La Mé son particularmente interesantes, como L2T  $\times$  D8D y L10T  $\times$  D8D, cuyo porcentaje es mayor de 56 %.

### Tolerancia a las enfermedades.

Los estudios realizados desde 1962 sobre la fusariosis, que es la enfermedad de *Elaeis guineensis* más grave en el África, han mostrado que existen factores de tolerancia transmisibles [Meunier *et al.*, 1979] que autorizan llevar a cabo una selección de los cruzamientos resistentes a esta enfermedad y un programa de producción de semillas que reproducen aquellos cruzamientos [Renard *et al.*, 1980].

Una selección rigurosa fundada en los resultados de las pruebas de presemillero y semillero, condujo a escoger 3 cruzamientos por su tolerancia a la fusariosis, reproduciéndolos para las comarcas en que hace estragos esta enfermedad.

#### 2. — Mejora de los cruzamientos reproducidos.

Debido a la explotación de la buena heredabilidad de algunos caracteres, la reproducción de un cruzamiento puede ser superior a este cruzamiento; esta mejora depende de la selección fenotípica de los árboles utilizados para la reproducción del cruzamiento.

En las líneas *dura*  $A_i \times A_j$  y  $A_i \times A_i$ , la selección fenotípica de los genitores *dura* se hace por los caracteres con buena heredabilidad: p. 100 de pulpa en fruto, número de racimos, peso medio del racimo, velocidad de crecimiento, porcentaje de ácidos grasos no saturados y tolerancia a la fusariosis.

La selección de *pisifera* no puede fundarse en criterios de producción; se utiliza tan sólo la velocidad de crecimiento y la tolerancia a la fusariosis.

La fijación de un criterio de selección para un carácter depende por lo general del valor promedio de la autofecundación o del cruzamiento para este carácter, a fin de aplicar presiones de selección parecidas en cada línea. Así por ejemplo se establecerá un umbral más elevado para una línea cuyo porcentaje de pulpa en fruto tiene un valor promedio de 70, que para otra cuyo valor promedio sólo es de 62. Por cada línea se tiene en cuenta en la fijación del umbral ( $u$ ) de cada carácter, su valor promedio ( $\bar{x}$ ) y su desviación estándar ( $s$ ). Los umbrales que el I.R.H.O. aplica actualmente con arreglo a este principio, son los siguientes:

$$\begin{aligned} & \text{— p. 100 de pulpa} \dots\dots\dots u = \bar{x} - s, \\ & \text{— número de racimos} \dots\dots\dots u = \bar{x} - s, \\ & \text{— porcentaje de extracción} \dots\dots\dots u = \bar{x} - \frac{3}{2}s. \end{aligned}$$

Se fijó un umbral para este carácter, a pesar de ser escasa su heredabilidad, de modo a eliminar árboles que podrían presentar caracteres demasiado bajos por accidente (p. 100 de frutos en racimos y/o p. 100 de aceite en pulpa).

— crecimiento longitudinal:  $u = \bar{x}$ , utilizado sólo para los *pisifera*;

— tolerancia a la fusariosis: índice menor de 100.

El índice representa en porcentaje la relación entre el porcentaje de plantas con fusariosis del cruzamiento, y el del promedio de todos los cruzamientos probados en una misma serie.

Estos umbrales pueden adaptarse con arreglo a los caracteres del o de los cruzamientos reproducidos para obtener una mayor presión de selección que permita corregir ciertos caracteres. Por ejemplo, en vez de adoptar el umbral  $u = \bar{x} - s$  para escoger los *dura* que serán utilizados para reproducir un cruzamiento cuyo porcentaje de pulpa es menor de 80, se aumentará este umbral hasta:  $u = \bar{x} + s$ . Asimismo se podrá escoger los *dura* con arreglo a su crecimiento, con un umbral comprendido entre  $\bar{x} - s$  y  $\bar{x} + s$ , si se quiere obtener un material de crecimiento longitudinal mucho más lento que el híbrido reproducido.

### V. — VALOR E IDENTIFICACIÓN DE SEMILLAS

#### 1. — Valor de semillas.

La aplicación del método descrito más arriba permite a los plantadores a quienes se suministran las semillas así producidas, contar con una producción de aceite igual por la menos y hasta superior a la de los 15 cruzamientos que reproducen, y cuyas características constan en el cuadro III.

En las condiciones ecológicas de la estación de La Mé, esta producción es de 3,9 toneladas de aceite de palma por hectárea y al año a la edad adulta, lo cual constituye una mejora de un 20 p. 100 respecto a los *dura*  $\times$  *pisifera* que se entregaron hasta 1976; el tamaño de éstos tendría que ser menor de 10 m a los 25 años por término medio, y el contenido de ácidos grasos insa-



turados de su aceite tendría que ser de aproximadamente 54,2 p. 100.

En unas condiciones satisfactorias el potencial de producción de estos cruzamientos es de 6 a 7 toneladas de aceite de palma por hectárea a la edad adulta.

Cabe recalcar que existe una buena relación entre los resultados de los cruzamientos en diversos lugares, tanto en el África (Cuadro IV) como en el Extremo Oriente [Corley, 1981 ; Rosenquist, 1981] ; los mismos cruzamientos se clasifican primeros en varias situaciones.

## 2. — Identificación de semillas.

Se identifica las semillas de cada reproducción mediante una letra seguida de cifras. La letra indica el tipo de cruzamiento : C = Deli × La Mé, D = Deli × Yangambi. Las primeras dos cifras indican la línea (D × D o D autofecundada) de los progenitores *dura*, y las últimas dos (T × T, T × P o T autofecundada) la de progenitores *pisifera*.

Esta identificación facilita la selección en el presemillero y en el semillero, como también la realización de plantaciones más homogéneas.

Las reproducciones quedan reunidas en un plan de cruzamiento, que es un cuadro de doble clasificación que permite racionalizar la realización de las mismas.

## VI. — TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

Se puso a punto mediante varios ensayos las técnicas de producción de semillas, aconsejadas por el I.R.H.O. [Bénard *et al.*, 1965 y 1970] ; los varios controles que requieren permiten un alto porcentaje de germinación, una buena homogeneidad de campo y una perfecta legitimidad.

## VII. — ORGANIZACIÓN Y ARTICULACIONES DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS CON EL CONCURSO DEL I.R.H.O.

Las semillas producidas con el concurso del I.R.H.O. son el fruto de una cooperación internacional entre varios países del África, de Asia y de Suramérica ; se las obtuvo mediante una extensa red experimental en toda el área actual de cultivo de la palma africana, efectuando regularmente el análisis y la síntesis de datos especialistas de varios países.

El elemento principal de esta red es la estación de investigaciones de La Mé en Costa de Marfil, debido a las importantes superficies que ésta dedicó a las pruebas de genitores durante los últimos veinte años, habiéndose cosechado un árbol tras otro en una extensión de 1 000 ha, y a su contribución en la mejora genética de la palma africana.

Además en esta estación se está implantando progresivamente un material básico deli × deli o *tenera* × *tenera*, reunido con pruebas de comparación de híbridos realizadas en la propia estación o en ecologías distintas, a fin de reproducir los mejores híbridos que correspondan a las condiciones edafoclimáticas y de sanidad. También puede poner a la disposición de otras unidades de producción un material básico adaptado a sus necesidades.

Para las zonas con déficit hídrico mediano, la estación de investigaciones de Dibamba y la Palm Breeding Division de la C.D.C. en Camerún proporcionan una ayuda valiosa mediante las 400 hectáreas de pruebas de comparación que han sembrado desde 1968.

Para las zonas con excelente fertilidad y déficit hídrico reducido, las 250 hectáreas de pruebas genéticas de Aek Kwasan, que constituyen una acción conjunta del I.R.H.O. y de la SOCFINDO en el Norte de Sumatra con el consentimiento de las autoridades indonesias, ya facilitan datos indispensables que completan a los de varias entidades públicas y privadas de Suramérica ; las producciones considerables (6 a 7 t de aceite/ha) obtenidas en varios millares de hectáreas por INDUPALMA en Colombia y EMDEPALMA en el Perú, llevaron a efecto el potencial de las semillas suministradas por la estación de La Mé.

Para las zonas con importante déficit hídrico, la estación de investigaciones de Pobé en Benín está prosiguiendo la puesta a punto de material tolerante ; ha sembrado 170 hectáreas de ensayos desde 1970.

No sería completa la descripción de esta red experimental, de no incluirse en ella las investigaciones sobre la tolerancia a las enfermedades.

En el África el departamento de fitopatología del I.R.H.O. está haciendo investigaciones sobre la fusariosis. Está establecido en la plantación experimental Robert-Michaux en Costa de Marfil, habiéndose probado hasta la fecha 3 400 cruzamientos procedentes de La Mé, Pobé y otros países.

En Suramérica Genty observó una tolerancia de determinados cruzamientos al ácaro *Retracrus* y a otros predadores.

En Asia, el I.R.H.O. espera que en breve podrá prestar su concurso a las investigaciones sobre *Ganoderma*.

El enriquecimiento mutuo que resulta de los intercambios de materiales e informaciones no se limita a la actualización de los programas de producción de semillas, sino que prepara el porvenir.

## CONCLUSIONES

El método descrito permite reproducir un cruzamiento conocido mejorando los caracteres cuya heredabilidad es satisfactoria ; trae una evolución nítida en la producción de semillas ; la difusión de semillas *dura* × *pisifera* mezcladas queda sustituida por la de semillas que reproducen algunos cruzamientos escogidos en ensayos por su producción de aceite por hectárea, su crecimiento longitudinal y la calidad de su aceite.

El I.R.H.O. y los centros de investigaciones con quienes el Instituto está cooperando producen ahora semillas de 15 cruzamientos, o sea 12 Deli × La Mé y 3 Deli × Yangambi, escogidos entre 529 cruzamientos observados. El potencial de producción de aceite por hectárea de este material es de 3,9 toneladas en las condiciones de la estación de La Mé, y 6 a 7 toneladas siendo las condiciones favorables.

Hasta que los ensayos clonales permitan la multiplicación y la divulgación de los individuos excepcionales, el suministro de semillas que reproducen los mejores cruzamientos constituye una etapa importante para la mejora del rendimiento y de la homogeneidad de las plantaciones ; ahora es el único procedimiento que ofrece al plantador la posibilidad de prever las características del material que está plantando.

